

## 一、例题精解

**【例题 2.1】**在图 2.2 所示方框图中,  $N_0$  是一线性无源网络。当  $U_1=1\text{V}$ ,  $I_2=1\text{A}$  时,  $U_3=0\text{V}$ ; 当  $U_1=10\text{V}$ ,  $I_2=0\text{A}$  时,  $U_3=1\text{V}$ 。试求当  $U_1=0\text{V}$ ,  $I_2=10\text{A}$  时,  $U_3=?$

**【解】**应用叠加原理计算, 则  $U_3 = U_3' + U_3''$ 。其中  $U_3' = AU_1$  是  $U_1$  单独作用时的分量,  $U_3'' = BI_2$  是  $I_2$  单独作用时的分量, 即  $U_3 = AU_1 + BI_2$ 。

$$\text{由题意得} \quad \begin{cases} A + B = 0 \\ 10A = 1 \end{cases}$$

$$\text{得} \quad A = \frac{1}{10} \quad B = -\frac{1}{10}$$

$$\text{因此} \quad U_3 = A \times 0 + B \times 10 = -\frac{1}{10} \times 10 = -1\text{V}$$

**【例题 2.2】**在图 2.3 (a) 中, (1) 当将开关 S 合在 a 点时, 求电流  $I_1$ 、 $I_2$  和  $I_3$ ; (2) 当将开关 S 合在 b 点时, 利用 (1) 的结果, 用叠加定理计算电流  $I_1$ 、 $I_2$  和  $I_3$ 。

**【解】**(1) 开关 S 合在 a 点, 这时电路如图 2.3(b) 所示, 是一个两节点的电路, 故可应用节点电压法, 先求节点电压

$$U = \frac{\frac{130}{2} + \frac{120}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}} = 100\text{V}$$

而后求各支路电流

$$I_1' = \frac{130 - 100}{2} = 15\text{A}$$

$$I_2' = \frac{120 - 100}{2} = 10\text{A}$$

$$I_3' = \frac{100}{4} = 25\text{A}$$

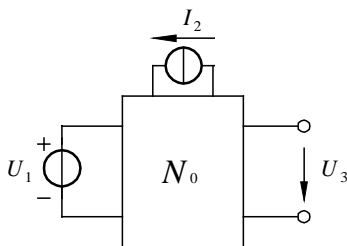


图 2.2 例题 2.1 的图

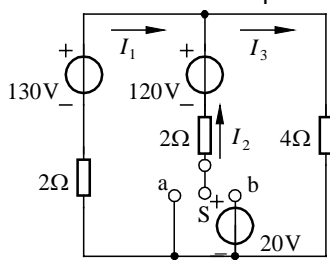


图 2.3 (a) 例题 2.2 的图

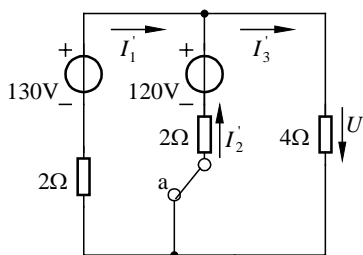


图 2.3(b)

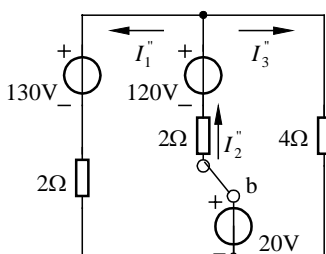


图 2.3(c)

(2) 开关 S 合在 b 点

应用叠加原理来计算：

将 20V 的电压源短路，只考虑 130V 和 120V 两个电压源作用时，各支路的电流即为 (1) 中之值。

将 130V 和 120V 两个电压源短路，只考虑 20V 的电压源单独作用时，电路如图 2.3(c)

所示，各支路电流为

$$I_2'' = \frac{20}{2 + \frac{2 \times 4}{2 + 4}} = \frac{20}{\frac{20}{6}} = 6 \text{ A}$$

$$I_1'' = \frac{4}{2 + 4} \times 6 = 4 \text{ A}$$

$$I_3'' = 6 - 4 = 2 \text{ A}$$

两者叠加，按图 2.3 (a) 所示电路图上电流的正方向计算，则得

$$I_1 = I_1' - I_1'' = 15 - 4 = 11 \text{ A}$$

$$I_2 = I_2' + I_2'' = 10 + 6 = 16 \text{ A}$$

$$I_3 = I_3' + I_3'' = 25 + 2 = 27 \text{ A}$$

**【例题 2.3】** 在图 2.4 所示电路中，已知  $R_1=4\Omega$   $R_2=2\Omega$   $R_3=3\Omega$   $R_4=1\Omega$   $R_5=10\Omega$ ， $E_1=6\text{V}$ ， $E_2=20\text{V}$ ， $I_{S1}=9\text{A}$ ， $I_{S2}=13\text{A}$ 。试求两个安培计中的电流。（设安培计的内阻为零）

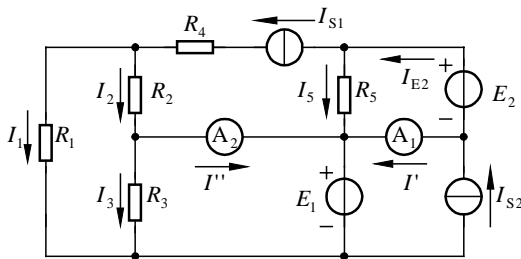


图 2.4 例题 2.3 的图

**【解】**

$$I_5 = \frac{E_2}{R_5} = \frac{20}{10} = 2 \text{ A}$$

$$I_{E2} = I_{S1} + I_5 = 11 \text{ A}$$

$$I' = I_{S2} - I_{E2} = 13 - 11 = 2 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{E_1}{R_3} = \frac{6}{3} = 2 \text{ A}$$

$$\text{因为} \begin{cases} I_1 R_1 = I_2 R_2 + I_3 R_3 \\ I_1 + I_2 = I_{S1} \end{cases} \quad \text{所以} \quad \begin{cases} I_1 = 4 \text{ A} \\ I_2 = 5 \text{ A} \end{cases}$$

$$I'' = I_2 - I_3 = 5 - 2 = 3 \text{ A}$$

**【例题 2.4】**在图 2.5 (a) 所示的电路中, 已知  $E=16\text{V}$ ,  $R_1=8\Omega$ ,  $R_2=3\Omega$ ,  $R_3=4\Omega$ ,  $R_4=20\Omega$ ,  $R_L=3\Omega$ , 试计算电阻  $R_L$  上的电流  $I_L$ : (1) 用戴维南定理; (2) 用诺顿定理。

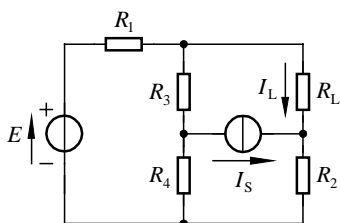


图 2.5 (a) 例题 2.4 的图

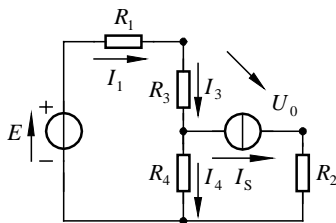


图 2.5(b)

**【解】**(1) 将图 2.5 (a) 中的  $R_L$  除去, 计算余下的有源二端网络的开路电压  $U_0$  (图 2.5(b)), 由图可知

$$U_0 = E - I_1 R_1 - I_S R_2$$

由基尔霍夫电压电流定律可得

$$\begin{cases} E = I_1 R_1 + I_1 R_3 + I_4 R_4 \\ I_4 = I_3 - I_S \end{cases}$$

解得

$$I_1 = \frac{9}{8} \text{ A}$$

所以

$$U_0 = 16 - \frac{9}{8} \times 8 - 1 \times 3 = 4 \text{ V}$$

等效电源的内阻  $R_0$  由图 2.5(c) 求得, 即

$$R_0 = \frac{R_1(R_3 + R_4)}{R_1 + R_3 + R_4} + R_2 = \frac{8(4 + 20)}{8 + 4 + 20} + 3 = 9\Omega$$

于是由戴维南定理求得的等效电路图如图 2.5(d), 由图 2.5(d) 求得电阻  $R_L$  上的电流, 即

$$I_L = \frac{U_0}{R_0 + R_L} = \frac{4}{9 + 3} = \frac{1}{3} \text{ A}$$

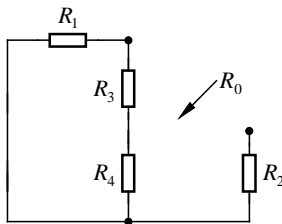


图 2.5(c)

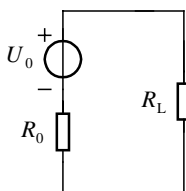


图 2.5(d)

(2) 将图 2.5 (a) 中的  $R_L$  除去, 计算余下的有源二端网络的短路电流  $I'_S$  (图 2.5(f)), 由图 2.5(f) 可知短路电流

$$I'_S = I_2 - I_S$$

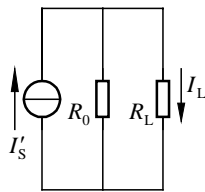
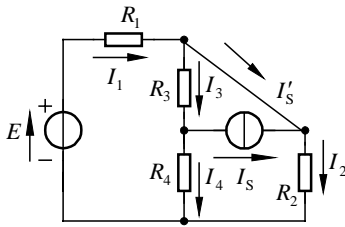
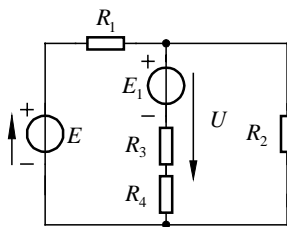


图 2.5(e)

图 2.5(f)

图 2.5(g)

为了计算  $I_2$ ，将电流源转换成电压源，于是图 2.5(f)变换成图 2.5(e)，由图 2.5(e)可计算出节点电压

$$U = \frac{\frac{E}{R_1} + \frac{E_1}{R_3 + R_4}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3 + R_4} + \frac{1}{R_2}} = \frac{\frac{16}{8} + \frac{4}{4+20}}{\frac{1}{8} + \frac{1}{4+20} + \frac{1}{3}} = \frac{13}{3} \text{ V}$$

因此 
$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{\frac{13}{3}}{\frac{3}{9}} = \frac{13}{9} \text{ A} \quad \text{所以} \quad I'_S = I_2 - I_S = \frac{13}{9} - 1 = \frac{4}{9} \text{ A}$$

$R_0$  同上，于是由诺顿定理求得的等效电路图为 2.5(g)，由图 2.5(g)可求出电阻  $R_L$  上的电流，即

$$I_L = \frac{R_0}{R_0 + R_L} I'_S = \frac{9}{9+3} \times \frac{4}{9} = \frac{1}{3} \text{ A}$$

**【例题 2.5】** 在图 2.6 (a) 中，已知  $E_1=20\text{V}$ ， $E_2=10\text{V}$ ， $I_S=1\text{A}$ ， $R_1=5\Omega$ ， $R_2=6\Omega$ ， $R_3=10\Omega$ ， $R_4=5\Omega$ ， $R_5=1\Omega$ ， $R_6=8\Omega$ ， $R_7=12\Omega$ ，求流经  $R_5$  的电流  $I$ 。

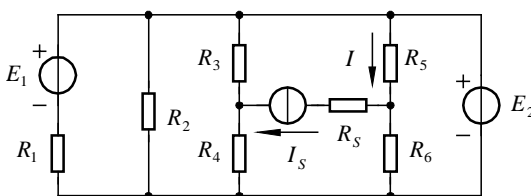


图 2.6 (a) 例题 2.5 的图

**【解】** 首先将电路进行简化。把与  $I_S$  串联的电阻  $R_5$  去掉，对  $R_5$  中电流  $I$  无影响；把与  $E_2$  并联的两条支路  $E_1 R_1$  和  $R_2$  去掉，对  $I$  也无影响；简化后的电路如图 2.6(b) 所示。

**解法一 用叠加原理**

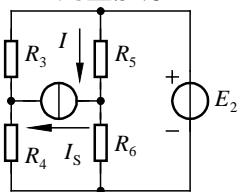


图 2.6(b)

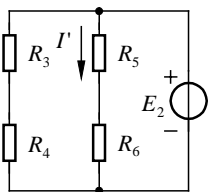


图 2.6(c)

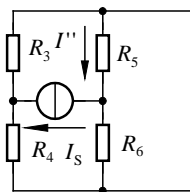


图 2.6(d)

$E_2$  单独作用时， $I_S$  开路，如图 2.6(c) 所示，则

$$I' = \frac{E_2}{R_5 + R_6} = \frac{10}{8+12} = 0.5 \text{ A}$$

$I_S$  单独作用时， $E_2$  短路，如图 2.6(d) 所示，则

$$I'' = \frac{R_6}{R_5 + R_6} I_S = \frac{12}{8+12} \times 1 = 0.6 \text{ A}$$

所以电流

$$I = I' + I'' = 0.5 + 0.6 = 1.1 \text{ A}$$

**解法二 用戴维南定理**

根据图 2.6(e) 求得开路电压

$$U_0 = E_2 + I_S R_6 = 10 + 1 \times 12 = 22 \text{ V}$$

根据图 2.6(f) 求得 a、b 两端等效电阻

$$R_{ab} = R_6 = 12\Omega \quad \text{所以} \quad R_0 = 12\Omega$$

$$I = \frac{U_0}{R_0 + R_5} = \frac{22}{12 + 8} = 1.1 \text{ A}$$

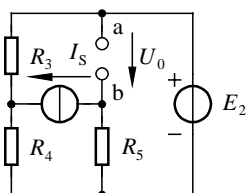


图 2.6(e)

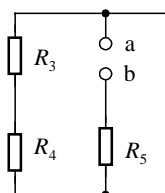


图 2.6(f)

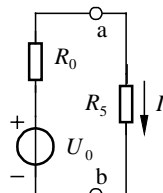


图 2.6(g)

**【例题 2.6】** 图 2.7(a) 所示电路中, 已知  $R_1=7\Omega$ ,  $R_2=3\Omega$ ,  $R_3=4\Omega$ ,  $R_4=6\Omega$ ,  $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 、 $E_4$ 、 $I_S$  均为直流电源。当  $R_L=5\Omega$  时,  $I_L=2\text{A}$ 。求当  $R_L$  增大到 3 倍时,  $I_L=?$

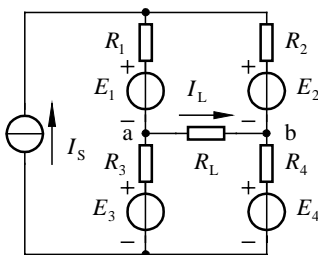


图 2.7(a) 例题 2.6 的图

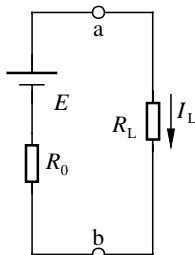


图 2.7(b)

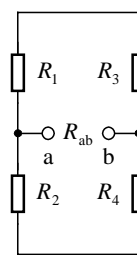


图 2.7(c)

**【解】** 将图 2.7 用一个含源二端网络等效, 如图 2.7(b) 所示。由图 2.7(c) 求得等效电阻。

$$R_0 = R_{ab} = (R_1 + R_2) \parallel (R_3 + R_4) = \frac{(3+7)(4+6)}{(3+7) + (4+6)} = 5\Omega$$

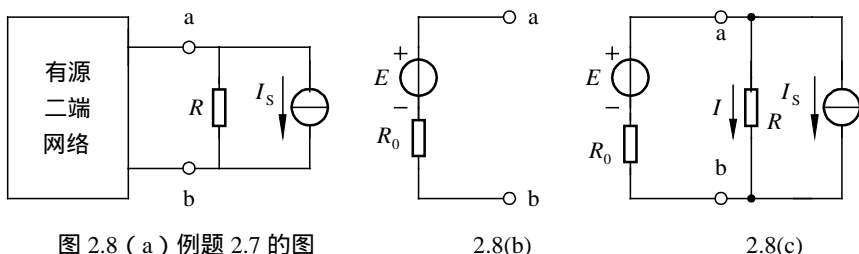
由题意,  $R_L = 5\Omega$  时,  $I_L = 2\text{A}$ , 则有

$$E = I_L (R_0 + R_L) = 2 \times (5 + 5) = 20 \text{ V}$$

又因为  $R_L$  增到 3 倍时, 即  $R'_L = 3R_L = 15\Omega$ , 则电流

$$I_L = \frac{E}{R_0 + R'_L} = \frac{E}{R_0 + 3R_L} = \frac{20}{5 + 15} = 1 \text{ A}$$

**【例题 2.7】** 图 2.8(a) 中的有源二端网络, 它的开路电压  $U_{ab}=24\text{V}$ 。当有源二端网络



a、b 间外接一个  $8\Omega$  电阻时, 通过此电阻的电流是  $2.4\text{A}$ 。如接成如图 2.8 (a) 所示电路时, 计算通过电阻  $R$  支路的电流。已知  $R = 2.5\Omega$ ,  $I_s = 3\text{A}$ 。

【解】由题意可知有源二端网络可用图 2.8 (b) 等效电压源来代替, 则等效电动势为

$$E = U_{ab} = 24\text{V}$$

等效内阻为 
$$R_0 = \frac{E - IR}{I} = \frac{24 - 2.4 \times 8}{2.4} = 2\Omega$$

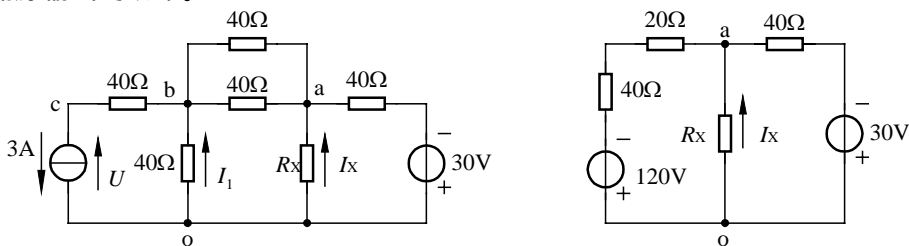
因此, 图 2.8 (a) 电路可用图 2.8 (c) 等效。

应用叠加原理,  $E$  单独作用时 
$$I' = \frac{E}{R_0 + R} = 5.3\text{A}$$

$I_s$  单独作用时 
$$I'' = \frac{R_0}{R_0 + R} I_s = 1.3\text{A}$$

所以 
$$I = I' - I'' = 5.3 - 1.3 = 4\text{A}$$

【例题 2.8】在图 2.9 (a) 所示电路中, 若电压源输出电流为零, 求  $R_x$  为多少? 并求电流源输出的功率。



【解】在图 2.9 (a) 电路中, 与电流源串联的  $40\Omega$  电阻不影响电流源的电流, 因此在等效变换时可以除去。

通过电流源等效变换为电压源, 以及并联电阻的合并, 可将图 2.9 化简为图 2.9(b)。

根据图 2.9 (b) 中所示电压和电流的正方向, 又由于电压源输出电流为零, 可以得

$$U_{ao} = -30\text{V}$$

并求得 
$$I_x = \frac{120 - 30}{40 + 20} = 1.5\text{A} \quad \text{及} \quad R_x = \frac{30}{1.5} = 20\Omega$$

电流源两端的电压  $U$  从图 2.9 可得

$$U = U_{ob} + U_{bc} = 40I_1 + 3 \times 40 = 40 \times 1.5 + 3 \times 40 = 180\text{V}$$

所以电流源输出的功率为 
$$P = 180 \times 3 = 540\text{W}$$

【例题 2.9】电路如图 2.10 (a) 所示。已知  $E = 12\text{V}$ ,  $I_s = 5\text{A}$ ,  $R_1 = 6\Omega$ ,  $R_2 = 3\Omega$ ,  $R_3 = 2\Omega$ ,

$R_4 = 4\Omega$ ,  $R_5 = \frac{2}{3}\Omega$ ,  $R_6 = 2\Omega$ , 求  $E$  和  $I_S$  各输出多少功率?

【解】用叠加原理求各支路电流。 $E$  单独作用时,  $I_S$  开路, 如图 2.10(b)。

$$I_5' = \frac{E}{(R_1 + R_4) // (R_2 + R_3) + R_5} = \frac{12}{(6+4) // (3+2) + \frac{2}{3}} = 3\text{ A}$$

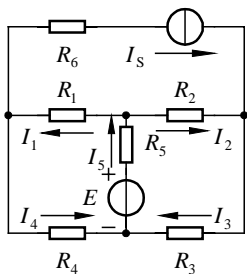


图 2.10(a) 例题 2.9 的图

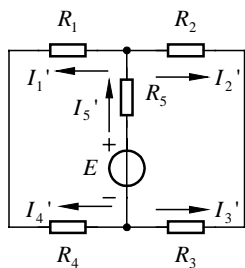


图 2.10(b)

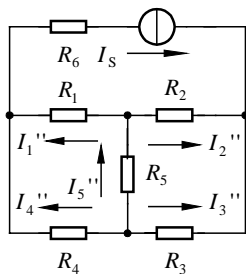


图 2.10(c)

$$I_1' = I_4' = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} I_S' = \frac{2+3}{6+4+3+2} \times 3 = 1\text{ A}$$

$$I_2' = I_3' = I_5' - I_1' = 2\text{ A}$$

$I_S$  单独作用时,  $E$  短路, 如图 2.10(c) 所示。因为  $R_1 R_3 = R_2 R_4 = 12$ , 桥路平衡, 所以  $I_5 = 0\text{ A}$ 。这样

$$I_2'' = I_1'' = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I_S = \frac{2}{5} \times 5 = 2\text{ A}$$

$$I_3'' = I_4'' = I_S - I_1'' = 5 - 2 = 3\text{ A}$$

因为

$$I_1 = I_1' + I_1'' = 1 + 2 = 3\text{ A}$$

$$I_2 = I_2' - I_2'' = 2 - 2 = 0\text{ A}$$

$$I_3 = I_3' + I_3'' = 2 + 3 = 5\text{ A}$$

$$I_4 = I_4' - I_4'' = 1 - 3 = -2\text{ A}$$

$$I_5 = I_5' = 3\text{ A}$$

$$I_6 = I_S = 5\text{ A}$$

所以

$$P_E = EI_5 = 12 \times 3 = 36\text{ W}$$

$$U_S = U_{AB} + I_S R_6 = I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_5 R_6 = 3 \times 6 - 0 \times 3 + 5 \times 2 = 28\text{ V}$$

$$P_{I_S} = U_S I_S = 28 \times 5 = 140\text{ W}$$

【例题 2.10】有源二端网络  $N$  的开路电压  $U_0$  为  $9\text{ V}$ , 见图 2.11(a)。若联接如图 2.11(b) 所示, 则得电流  $I$  为  $1\text{ A}$ 。若联接如图 2.11(c) 所示, 当电流源电流为  $1\text{ A}$ , 求电路中的电流  $I$  为多少?

【解】从图 2.11(a) 可知, 戴维南等效电路的等效电动势  $E$  就是开路电压  $U_0$ , 于是得

$$E = U_0 = 9\text{ V}$$

从图 2.11(b)可知,  $U_{ab} = 1 \times 8 \text{ V}$ , 则内阻压降为  $(9 - 8) = 1 \text{ V}$ , 已知电流  $I = 1 \text{ A}$ , 于是得等效电阻  $R_0$  为

$$R_0 = 1 \Omega$$

以戴维南等效电路替代有源二端网络后, 根据 2.11(c)等效变换成 2.11(d)所示的电路。利用叠加原理可以求得电流  $I$  为

$$I = \frac{9}{1+5+3} - \frac{3}{1+5+3} \times 1 = 1 - \frac{3}{9} = \frac{2}{3} \text{ A}$$

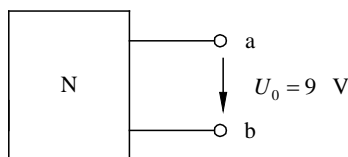
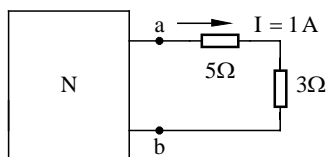


图 2.11 (a) 例题 2.10 的图



2.11(b)

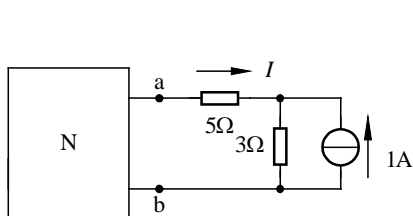


图 2.11(c)

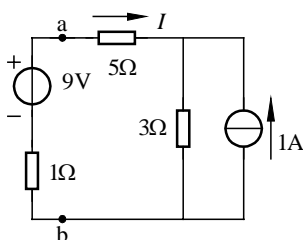


图 2.11(d)

**【例题 2.11】**应用节点电压法求图 2.12 所示电路中的各支路电流  $I_1$ 、 $I_2$ 、和  $I_3$ 。

**【解】**根据图 2.12 中所示电压和电流的参考方向, 应用节点电压公式可求得

$$U_a = \frac{\frac{4}{4} + \frac{2I_1}{2} + \frac{8}{2}}{\frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = \frac{20 + 4I_1}{5} \text{ V}$$

根据有源电路的欧姆定律可得

$$I_1 = \frac{4 - U_a}{4} = 1 - \frac{1}{4} U_a = 1 - \frac{20 + 4I_1}{4 \times 5} = -\frac{4I_1}{20}$$

所以  $I_1$  必须为零, 即

$$I_1 = 0$$

$$I_2 = \frac{-8 + U_a}{2} = -4 + \frac{20 + 4I_1}{2 \times 5} = -2 \text{ A}$$

$$I_3 = I_1 - I_2 = 0 - (-2) = 2 \text{ A}$$

**【例题 2.12】**电路如图 2.13 所示, 试用叠加原理求电流  $I$ 。



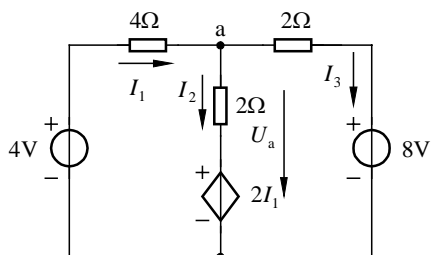


图 2.12 例题 2.11 的图

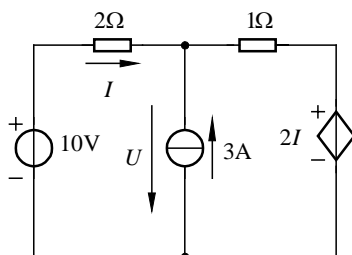


图 2.13 例题 2.12 的图

【解】只有独立电源才能单独作用，而受控源不能单独作用于电路。

10V 电压源单独作用于电路时，如图 2.13(a)所示。此时受控源电源为  $2I'$ 。因此得

$$3I' + 2I' = 10$$

所以

$$I' = 2 \text{ A}$$

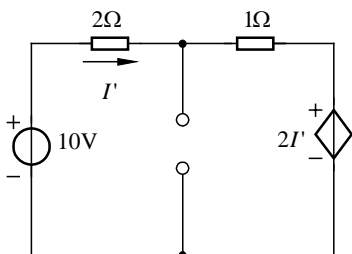


图 2.13(a)

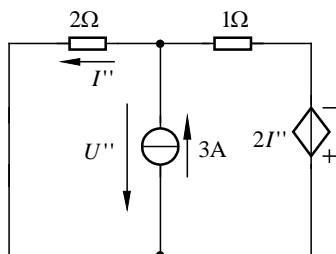


图 2.13(b)

图 2.13 例题 2.12 的图

3A 电流源单独作用于电路时，如图 2.13(b)所示。由图可知，此时  $U'' = 2I''$ ，则电阻  $1\Omega$  上的电压为  $(U'' + 2I'') = 2U'' = 4I''$ 。于是得电阻  $1\Omega$  上的电流为  $\frac{2U''}{1} = 4I''$ 。

因此根据基尔霍夫电流定律得

$$I'' + 4I'' = 3$$

于是得

$$I'' = \frac{3}{5} = 0.6 \text{ A}$$

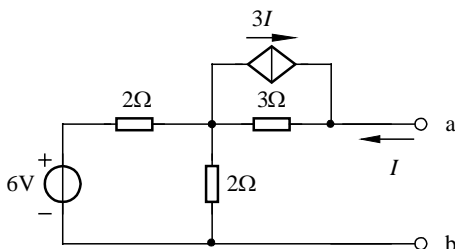
两电源共同作用时，由于电流方向相反，可得

$$I = I' - I'' = 2 - 0.6 = 1.4 \text{ A}$$

【例题 2.13】试求图 2.14 (a) 所示电路的戴维南等效电路。

【解】求电路的开路电压  $U_0$ 。由图 2.14 (a) 可知，电路的开路电压  $U_0$  即是 6V 电压源在电阻  $2\Omega$  上的分压，所以

$$U_0 = 6 \times \frac{1}{2} = 3 \text{ V}$$



求电路的等效电阻  $R_0$  将图中独立电压源短路, 而在 a、b 两端施加电压  $U_i$ , 如图 2.14(b) 所示, 于是得

$$I' = 3I + I = 4I$$

$$U_i = 3I' + \frac{1}{2}I \times 2 = 3 \times 4I + I = 13I$$

于是得

$$R_0 = \frac{U_i}{I} = \frac{13I}{I} = 13\Omega$$

戴维南等效电路如图

图 2.14 (a) 例题 2.13 的图

2.14(c) 所示。

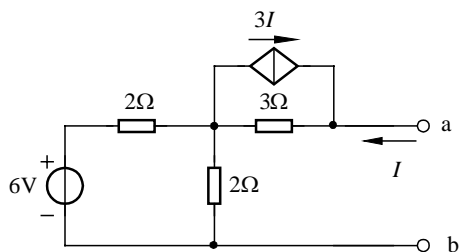


图 2.14(b)

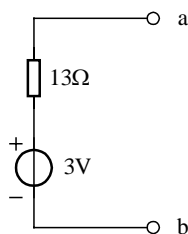


图 2.14(c)

【例题 2.14】求图 2.15 (a) 所示电路的戴维南等效电路和诺顿等效电路。

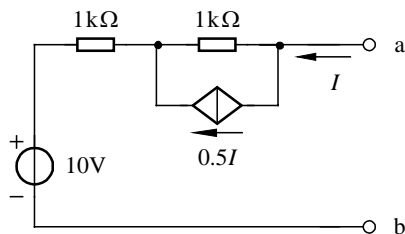
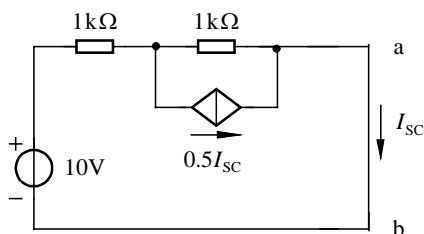


图 2.15 (a) 例题 2.14 的图



2.15(b)

【解】求戴维南等效电路和诺顿等效电路的  $U_0$ 、 $I_{sc}$  和  $R_0$ 。

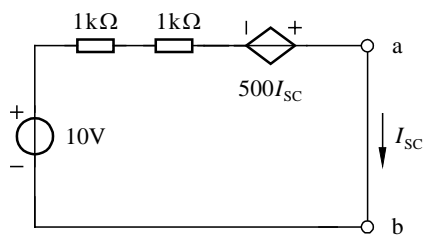


图 2.15(c)

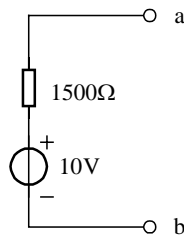


图 2.15(d)

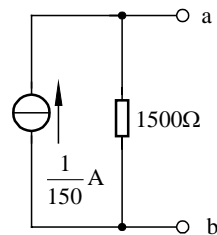


图 2.15(e)

开路时, 电流  $I = 0$ , 所以受控电流源相当于开路, 于是得  $U_0 = 10 \text{ V}$

电路 a、b 两端短路时, 如图 2.15(b) 所示。通过电源等效变换, 可得图 2.15(c), 由此得

$$10 + 500I_{\text{SC}} = 2000I_{\text{SC}}$$

$$I_{\text{SC}} = \frac{1}{150} \text{ A}$$

于是得

$$R_0 = \frac{U_0}{I_{\text{SC}}} = \frac{10}{\frac{1}{150}} = 1500 \Omega$$

从求得的  $U_0$ 、 $I_{\text{SC}}$  和  $R_0$ , 即可得出戴维南等效电路和诺顿等效电路如图 2.15(d) 和 2.15(e) 所示。

**【例题 2.15】** 求图 2.16 (a) 所示电路的戴维南等效电路。

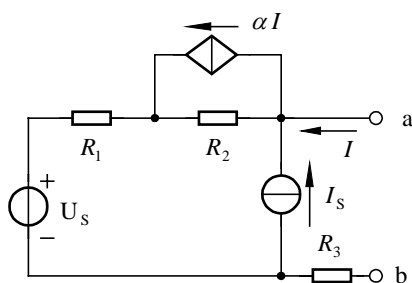
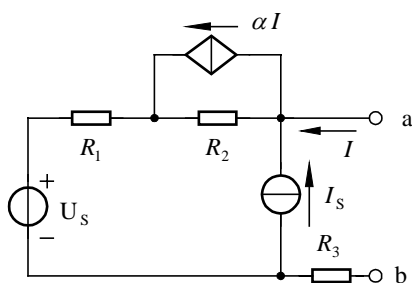


图 2.16 (a) 例题 2.15 的图



2.16(b)

**【解】** 首先求 a、b 两端开路电压  $U_0$ 。因为  $I = 0 \text{ A}$ , 所以电流控制的电流源  $\alpha I = 0 \text{ A}$ , 电路如图 2.16 (b) 所示。开路电压  $U_0 = I_s(R_1 + R_2) + U_s$ 。

求等效内阻  $R_0$ , 把独立源  $U_s$  短路,  $I_s$  开路, 在 a、b 端外加电压  $U$ , 如图 2.16 (c) 所示, 则

$$R_0 = \frac{U}{I}$$

$$I_2 = I - \alpha I = (1 - \alpha)I$$

$$U = I_2 R_2 + I(R_1 + R_3) = (1 - \alpha)IR_2 + I(R_1 + R_3) = [(1 - \alpha)R_2 + R_1 + R_3]I$$

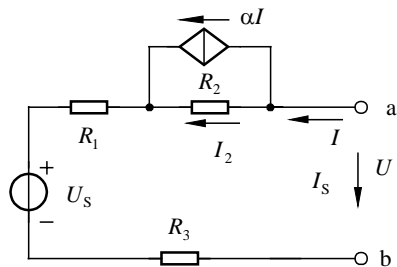


图 2.16(c)

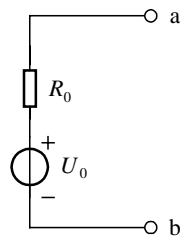


图 2.16(d)

所以

$$R_0 = \frac{U}{I} = (1 - \alpha)R_2 + R_1 + R_3$$

因此戴维南等效电路如图 2.16(d)所示。

**【例题 2.16】** 电路如图 2.17 (a) 所示，各参数均已知。求电流  $I$ 。

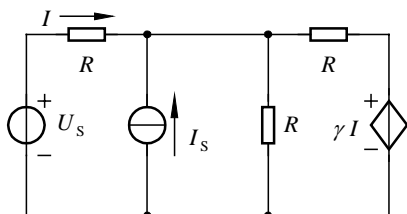


图 2.17 (a) 例题 2.16 的图

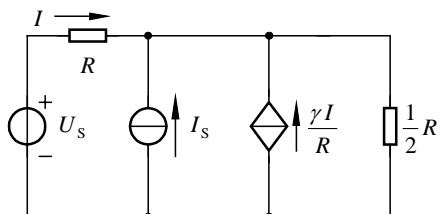


图 2.17(b)

**【解】** 将电流控制的电压源  $\gamma I$  化成电流源，如图 2.17(b)。再将  $I_s$  和  $\frac{\gamma I}{R}$  相加，化成  
一个电流源，如图 2.17(c)。

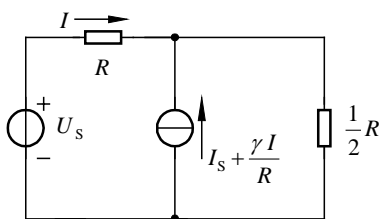


图 2.17(c)

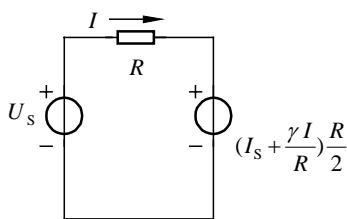


图 2.17(d)

最后将电流源  $I_s + \frac{\gamma I}{R}$  化为电压源  $(I_s + \frac{\gamma I}{R}) \frac{1}{2} R$ ，如图 2.17(d)所示。

$$I = \frac{U_s - (I_s + \frac{\gamma I}{R}) \frac{R}{2}}{R + \frac{1}{2} R}$$

$$1.5IR = U_s - \frac{1}{2}RI_s - \frac{1}{2}\gamma I$$

$$1.5IR + 0.5\gamma I = U_s - 0.5RI_s$$

所以

$$I = \frac{U_s - 0.5RI_s}{1.5R + 0.5\gamma}$$

## 二、习题精选

**【习题 2.1】** 将图 2.18 所示的有源二端网络化为等效电压源，并求等效电压源的电动势  $E$ ？等效内阻  $R_0$ ？已知  $R_1=R_2=R_3=2\text{k}\Omega$ ， $I_s=2\text{mA}$ 。

**【习题 2.2】** 电路如图 2.19 所示。求  $I_s$ ？ $R_0$ ？

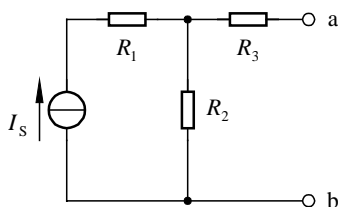


图 2.18 习题 2.1 的图

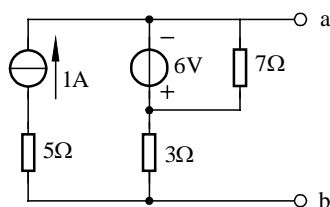


图 2.19 习题 2.2 的图

【习题 2.3】电路如图 2.20 所示。已知  $I_s=2\text{A}$  ,  $E=6\text{V}$  ,  $R_1=3\Omega$  ,  $R_2=1\Omega$ 。求  $I$  和  $U_s$  及各电源发出的功率。

【习题 2.4】电路如图 2.21 所示。求电流  $I$ 。

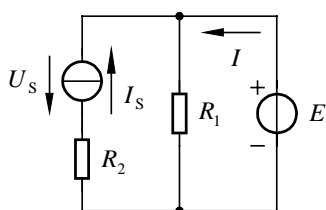


图 2.20 习题 2.3 的图

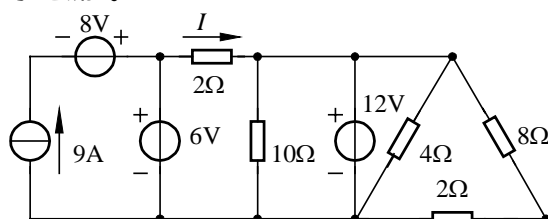


图 2.21 习题 2.4 的图

【习题 2.5】电路如图 2.22 所示。已知  $R=1\Omega$  ,  $E_1=2\text{V}$  ,  $E_2=2\text{V}$  ,  $I_s=1\text{A}$ 。求电流  $I_o$ 。

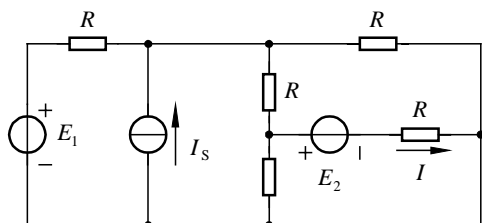


图 2.22 习题 2.5 的图

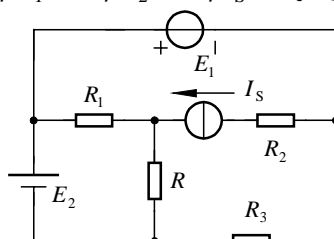


图 2.23 习题 2.6 的图

【习题 2.6】电路如图 2.23 所示。已知  $E_1=6\text{V}$  ,  $E_2=2\text{V}$  ,  $I_s=1\text{A}$  ,  $R_1=4\Omega$  ,  $R_2=R_3=2\Omega$  ,  $R=8\Omega$ 。用戴维南定理求通过电阻  $R$  的电流  $I_o$ 。

【习题 2.7】电路如图 2.24 所示。 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ 、 $R_7$ 、 $E_1$ 、 $E_2$  均为常数。当  $R_x=0$  时,  $I=2\text{A}$  ; 当  $R_x=6\Omega$  时,  $I=0.5\text{A}$ 。问  $R_x$  为何值时它获得的功率最大? 这个最大功率是多少?

【习题 2.8】在图 2.25 电路中,  $U_{AB}=5\text{V}$  , 求  $U_s$ 。

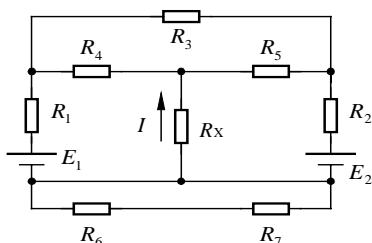


图 2.24 习题 2.7 的图

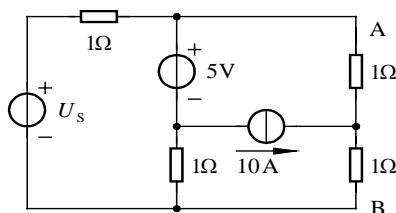


图 2.25 习题 2.8 的图

【习题 2.9】电路如图 2.26 所示。已知  $R_1=R_2=R_3=R_4=2\Omega$ 。当  $R=4\Omega$  时,  $I=2\text{A}$ 。求当  $R=9\Omega$  时,  $I=?$

【习题 2.10】电路如图 2.27。已知  $E=10\text{V}$ ,  $I_S=2\text{A}$ ,  $R_1=R_2=1\Omega$ ,  $R_3=3\Omega$ 。求  $I=?$

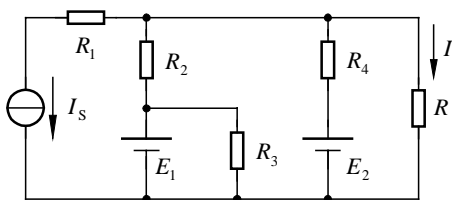


图 2.26 习题 2.9 的图

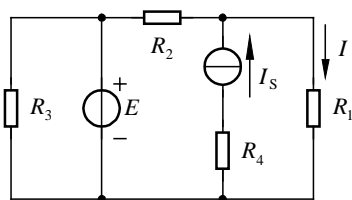


图 2.27 习题 2.10 的图

【习题 2.11】电路如图 2.28 所示。 $I_{S1}=2.5\text{A}$ ,  $I_{S2}=6\text{A}$ ,  $R_1=4\Omega$ ,  $R_2=5\Omega$ ,  $R_3=5\Omega$ ,  $R_4=1\Omega$ 。选用简便方法, 分别计算下列条件下的支路电流  $I_o$ 。

(1)  $E=2\text{V}$ ,  $R=1.4\Omega$ ;

(2)  $E=4\text{V}$ ,  $R=2.4\Omega$ ;

(3)  $E=0\text{V}$ ,  $R=0.4\Omega$ ;

(4)  $E=-14\text{V}$ ,  $R=0\Omega$ 。

【习题 2.12】在图 2.29 电路中,  $E_1=10\text{V}$ ,  $E_2=10\text{V}$ ,  $I_S=6\text{A}$ ,  $R_1=R_2=5\Omega$ ,  $R=15\Omega$ 。求电流  $I$ , 并求出电路中功率平衡关系。

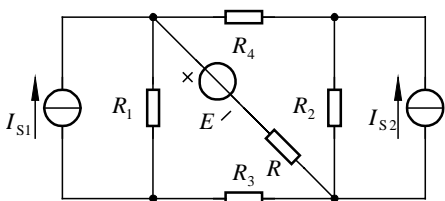


图 2.28 习题 2.11 的图

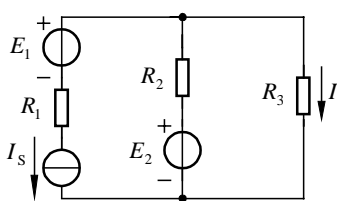


图 2.29 习题 2.12 的图

【习题 2.13】电路如图 2.30。已知  $E_1=1\text{V}$ ,  $E_2=2\text{V}$ ,  $R_1=1\Omega$ ,  $R_2=R_3=R_4=2\Omega$ ,  $I_S=2\text{A}$ 。求通过  $R_1$  中的电流  $I_o$ 。

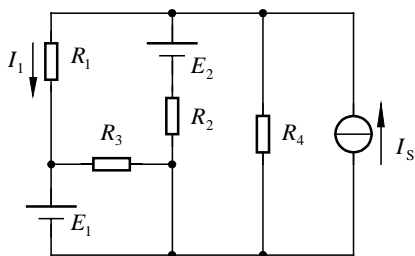


图 2.30 习题 2.13 的图

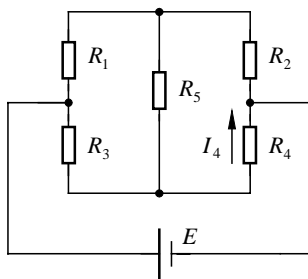


图 2.31 习题 2.14 的图

【习题 2.14】在图 2.31 所示电路中, 已知  $E=12\text{V}$ ,  $R_1=80\Omega$ ,  $R_2=R_5=120\Omega$ ,  $R_3=240\Omega$ 。欲使电流  $I_4=0.06\text{A}$ ,  $R_4=?$

【习题 2.15】电路如图 2.32 所示。已知 a、b 开路时,  $U_{ab}=60\text{V}$ ; a、b 短路时, 通过短路线的电流为  $3\text{A}$ 。问当 a、b 端接上  $R=20\Omega$  的电阻时, 流过  $R$  的电流  $I=?$

【习题 2.16】电路如图 2.33 所示。已知  $R_1=6\Omega$   $R_2=0.1\Omega$  , $\alpha=0.98$   $R_3=5\Omega$  , $U=4.9V$ 。求  $U_S=?$

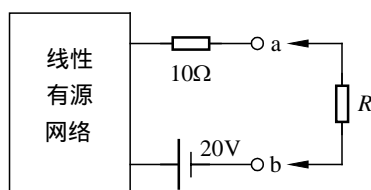


图 2.32 习题 2.15 的图

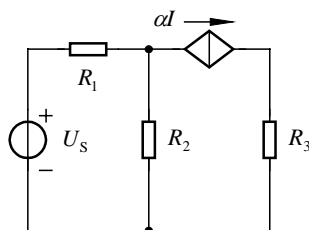


图 2.33 习题 2.16 的图

【习题 2.17】电路如图 2.34 所示。N 为有源二端网络。当开关 S 打开时，电压表读数为 18V；当开关 S 闭合时，电流表读数为 1.8A。求有源二端网络的戴维南等效电路，并求 S 闭合时电压表的读数。

【习题 2.18】已知  $U_{S1}=120V$  ,  $U_{S2}=116V$  ,  $I_S=10A$  ,  $R_1=0.8\Omega$  ,  $R_2=0.4\Omega$  ,  $R=4\Omega$ 。应用节点电压法求图 2.35 所示电路中的支路电流，并求电源输出功率以及电阻上消耗的功率。

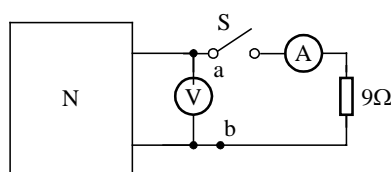


图 2.34 习题 2.17 的图

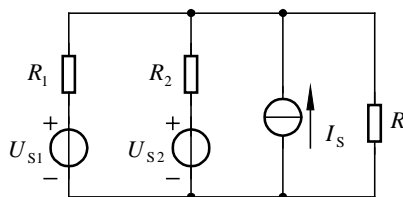


图 2.35 习题 2.18 的图

【习题 2.19】两个相同的有源二端网络，联接如图 2.36(a)时， $U_1=16V$ ，若联接如图 2.36 (b) 时， $I=-2A$ 。试求联接如图 2.36 (c) 时的电流  $I$  为多少？

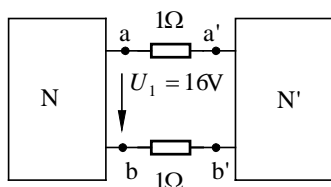


图 2.36(a) 习题 2.19 的图

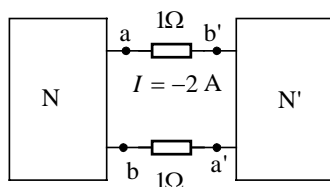


图 2.36(b)

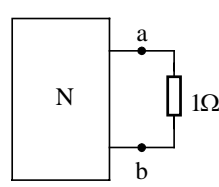


图 2.36(c)

【习题 2.20】有源二端网络如图 2.37 所示，已知  $I_S=1A$  ,  $R_1=2\Omega$  ,  $R_2=5\Omega$  ,  $R_3=4\Omega$ 。分别用戴维南定理和诺顿定理求戴维南等效电路和诺顿等效电路。

【习题 2.21】电路如图 2.38 所示。已知  $E=15V$  ,  $R=5k\Omega$  ,  $I_S=2mA$ 。N 为有源二端网络。当 S 闭合时，电流表读数为 0.5mA(正偏转)。试求有源二端网络的戴维南等效电路。

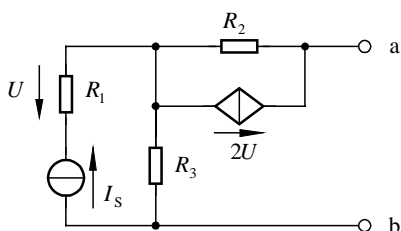


图 2.37 习题 2.20 的图

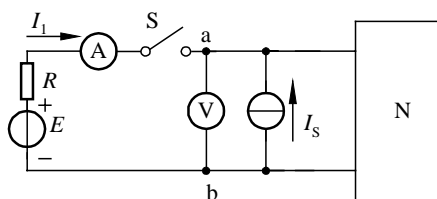


图 2.38 习题 2-21 的图

### 三、 习题答案

【习题 2.1】 $E=4\text{V}$  ,  $R_0=4\text{k}\Omega$ 。

【习题 2.2】 $I_S = -1\text{A}$  ,  $R_0=3\Omega$ 。

【习题 2.3】 $I=0\text{A}$  ,  $U_S=8\text{V}$  ,  $P_E=0\text{W}$  ,  $P_I=16\text{W}$ 。

【习题 2-4】 $I=-3\text{A}$

【习题 2.5】 $1\text{A}$

【习题 2.6】 $-\frac{1}{6}\text{A}$

【习题 2.7】 $2\Omega$  ,  $2\text{W}$ 。

【习题 2.8】 $12.5\text{V}$

【习题 2.9】 $1\text{A}$

【习题 2.10】 $6\text{A}$

【习题 2.11】(1) $4\text{A}$  (2)  $3\text{A}$ (3) $5.5\text{A}$ (4) $10\text{A}$

【习题 2.12】 $2\text{A}$

【习题 2.13】 $1\text{A}$

【习题 2.14】 $55.18\Omega$

【习题 2.15】 $1.5\text{A}$

【习题 2.16】 $6.002\text{V}$

【习题 2.17】 $18\text{V}$  ,  $1\Omega$  ,  $16.2\text{V}$ 。

【习题 2.18】 $1\ 055\text{W}$  ,  $984\text{W}$  ,  $1\ 125\text{W}$  ,  $3\ 164\text{W}$ 。

【习题 2.19】 $2\text{A}$

【习题 2.20】 $24\text{V}$  ,  $9\Omega$  ,  $\frac{24}{9}\text{A}$ 。

【习题 2.21】 $10\text{V}$  ,  $1\text{k}\Omega$ 。